

## Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 発光特性を利用する核融合炉内環境モニタリングにおける 誘導γ線ノイズの影響評価

Impact estimation of gamma-ray induced luminescence noises on environmental monitoring  
in a fusion reactor utilizing luminescence properties of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

\*小倉 結季<sup>1</sup>, 田中 照也<sup>2,1</sup>, 高山 定次<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学, <sup>2</sup>NIFS

核融合炉内材料の結晶性や温度を酸化エルビウム(Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)結晶の発光特性から評価するモニタリング手法を検討している。放射線輸送計算により炉内の誘導γ線が測定系の石英ファイバーに入射した際のチェレンコフ光によるノイズの発生量を評価したところ、Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の発光強度を高める必要があることが分かった。そこで、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にEr<sup>3+</sup>をドーブした材料の試作と発光特性評価を進めている。

**キーワード** : Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、発光測定、石英ファイバー、γ線誘起ノイズ、チェレンコフ光

### 1. 緒言

Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>焼結ディスクに紫外光を照射すると、可視光における赤色領域(640~700nm)および緑色領域(530~570nm)にピークを持つ発光スペクトルが観測される。これまでの研究でこれらの発光ピーク強度比はEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ディスクの結晶性及び温度に依存することを明らかにしており、これを利用した核融合炉内環境モニタリングシステムについて検討している。測定システムの構成は、核融合炉のメンテナンスの際に、内部にあらかじめ設置しておいたEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>材料へ紫外光を照射し、その発光を分光器で観測するというものである。励起光および材料の発光は石英ファイバーを挿入して伝送することを想定している。しかし、核融合炉内で発生した誘導γ線が石英ファイバーに入射すると、伝送経路上でチェレンコフ光や誘起発光が発生し、測定への妨げとなる可能性がある。そこで、放射線輸送計算コードを用いて、発光ノイズ強度の評価を行った。

### 2. 核融合炉内のチェレンコフ光発生量評価

原型炉の22.5°セクター体系データ(図1)と放射線輸送計算コードPHITS<sup>[1]</sup>を用いた1年間の運転による放射性核種の生成量分布を計算し、さらに運転停止後1か月の時点でそれらが放出する誘導γ線の線量率分布を計算した。誘導γ線により石英ファイバー内で発生するチェレンコフ光の強度を計算したところ、現在のEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>発光特性評価において分光器で検出されている光子数と比較して、およそ10000倍のチェレンコフ光が発生すると見積られた。そのため、Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>材料の発光強度を向上させ、正確なスペクトルの測定方法を確立する必要がある。

### 3. Er 試料の発光強度改善

これまでのEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の発光特性評価実験ではEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>100%の焼結バルク試料を用いてきた。この試料はErの密度が高いため濃度消光が発生している可能性がある。そこで、濃度消光を低減させ、発光強度を高めるため、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にEr<sup>3+</sup>をドーブした材料を作製し<sup>[2]</sup>、発光強度の評価及び結晶性や温度による発光スペクトル変化の確認を行っている。

### 参考文献

[1] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 61, 127-135 (2024)

[2] Danil K. Aleshin et al., "Synthesis of spherical Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Er emitting particles with variable radial composition by controlled double-jet precipitation of layered precursors", Particuology, Vol. 74, 92-102(2023)

\*Yuiki Ogura<sup>1</sup>, Teruya Tanaka<sup>2,1</sup> and Sadatsugu Takayama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>NIFS.

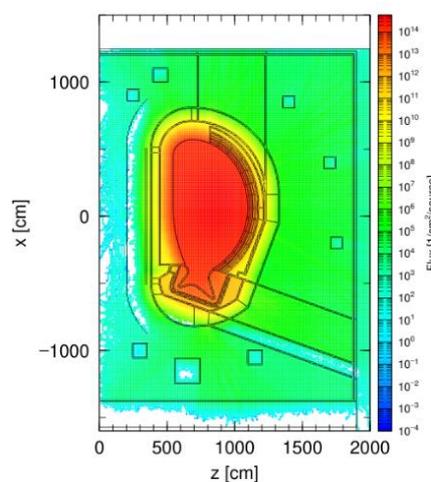


図1 原型炉の放射線輸送計算体系と運転中の中性子フラックス分布